

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

ЭНТРОПИЯ СИГНАЛА В ПОМЕХЕ

С. Н. Автухович, М. С. Гилев

(Екатеринбург, УрФУ, ragersmail@gmail.com, mssweetcck@mfsa.ru)

Под шумом теоретически часто понимают так называемый белый шум, характеризующийся тем, что его амплитудный спектр распределен по нормальному закону, а спектральная плотность мощности постоянна для всех частот. Примером белого шума является входной шум приемника. Следует подчеркнуть, что при усреднении напряжение белого шума на достаточно большом интервале времени наблюдения не нулевое, хотя и очень к нему близко.

В общем случае дезинформацию, вносимую помехой, можно выделить определением (измерением) соответствующих ее характеристик и параметров, используя определенные методы теории информации.

Различие в механизмах генерации обуславливает возникновение различных видов шумов со своими специфическими характеристиками. В зависимости от формы различают белые, розовые и гармонические помехи.

Целью анализа шумоподобных сигналов является определение дезинформационных параметров шума с точки зрения теории информации.

Энтропийным значением погрешности считается значение погрешности с равномерным законом распределения, которое вносит такое же дезинформационное действие, что и погрешность с данным законом распределения вероятностей [1]. Следует отметить, что наибольшей энтропией обладает нормальный закон распре-

ления, поэтому коэффициент K энтропийной погрешности для нормального закона будет иметь максимальное значение $K = 2,07$. Для равномерного закона распределения $K = 1,73$. Для гармонического сигнала помехи $K = 1,4$.

Энтропийную погрешность можно вычислить, зная закон распределения погрешности P . При оценке точности измерительных устройств или измерений мы не знаем этого закона, а имеем лишь некоторое число (n) конкретных значений случайной величины x , подчиняющихся этому закону. По результатам измерений можно построить гистограмму, которая с той или иной степенью приближения отражает истинный закон распределения P и позволяет определить основные характеристики погрешностей, определяясь как отношение числа результатов, попавших в интервал (n_i), к ширине интервала (d), умноженной на общее число значений.

Метод гистограмм требует производства большого числа измерений, так как закон распределения погрешности достаточно точно определяется при большой выборке случайных величин, а также внедрении ЭВМ для автоматизации вычислений.

Если ширина всех столбцов гистограммы одинакова, энтропийное значение погрешности равно

$$\Delta = \frac{1}{2} e^{H(x)} = \frac{d}{2} \prod_i^m \left(\frac{n}{n_i} \right)^{\frac{n_i}{n}} = \frac{d}{2} \cdot \frac{n}{10^{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^m n_i \cdot \ln n_i}}.$$

Последняя формула позволяет непосредственно вычислять величину энтропийной погрешности, пользуясь результатами измерения. При технических измерениях можно использовать расчет поля допуска по формуле

$$\Delta \approx \pm 2,0\sigma,$$

где в качестве округленного значения энтропийного коэффициента для любых приборов и измерений принимается значение для нормального закона распределения, как максимальное из всех возможных.

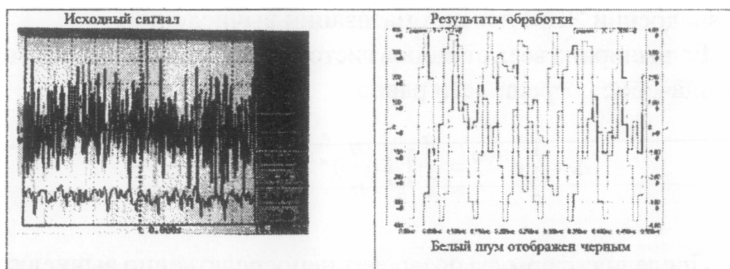
В этом экспериментальном исследовании были измерены коэффициенты энтропийных погрешностей шумовых и гармонического сигнала. Суть эксперимента состояла в следующем: существует

априорная информация, которая содержит полезный сигнал и шум; после извлечения информации остается только дезинформация, которая зависит от характера сигнала, шума сигнала, помехи. Результаты эксперимента близки к теоретическим – дезинформация, вносимая гармоническим сигналом при большей мощности, оказывает меньше дезинформирующего действия, чем шумовой сигнал. Теоретический коэффициент энтропийной погрешности гармонического сигнала = 1,4; опытно был получен коэффициент ~1,2. Розовый и белый шумы оказывают примерно одинаковую дезинформацию, их коэффициенты $K_p = 1,91$ и $K_b = 1,96$ соответственно.

Проанализированные результаты указывают на существенное различие в значении термина «энтропия» относительно теории информации – энтропия помехи зависит не только от мощности, но и от характера распределения измерения и может уменьшаться в процессе проведения измерений.

Результаты эксперимента

Белый шум:

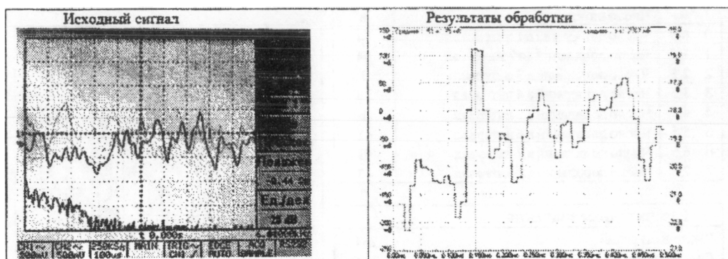


	Ширина интервала	1
	Число интервалов	7
0	0,5	Число попаданий в 1 интервал
1	1,5	Число попаданий во 2 интервал
2	2,5	Число попаданий в 3 интервал
3	3,5	Число попаданий в 4 интервал
4	4,5	Число попаданий в 5 интервал
5	5,5	Число попаданий в 6 интервал
6	6,5	Число попаданий в 7 интервал
7	7,5	Число попаданий в 8 интервал

Рассчитанные значения	
Число измерений	277
Среднеарифметическое	4,92
Среднеквадратичное отклонение	1,23
Энтропийная погрешность	2,4258
Коэффициент энтропийной погрешности	1,9664



Розовый шум:

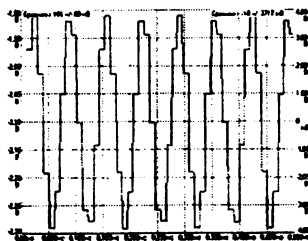


	Ширина интервала	1
	Число попаданий	8
0 0,5	Число попаданий в 1 интервал	5
1 1,5	Число попаданий в 2 интервал	19
2 2,5	Число попаданий в 3 интервал	58
3 3,5	Число попаданий в 4 интервал	54
4 4,5	Число попаданий в 5 интервал	62
5 5,5	Число попаданий в 6 интервал	56
6 6,5	Число попаданий в 7 интервал	2
7 7,5	Число попаданий в 8 интервал	10

Рассчитанные значения	
Число измерений	266
Среднеарифметическое	3,91
Среднеквадратичное отклонение	1,50
Эмпирическая погрешность	2,8675
Коэффициент эмпирической погрешности	1,9119



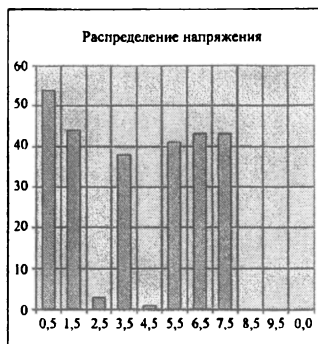
Гармонический шум:



Результаты обработки гармонического сигнала

	Ширина интервала	1	
	Число интервалов	8	
0	0,5	Число попаданий в 1 интервал	54
1	1,5	Число попаданий во 2 интервал	44
2	2,5	Число попаданий в 3 интервал	3
3	3,5	Число попаданий в 4 интервал	38
4	4,5	Число попаданий в 5 интервал	1
5	5,5	Число попаданий в 6 интервал	41
6	6,5	Число попаданий в 7 интервал	43
7	7,5	Число попаданий в 8 интервал	43

Расчитанные значения	
Число измерений	267
Среднеарифметическое	3,99
Среднеквадратичное отклонение	2,63
Экспоненциальная погрешность	3,1644
Коэффициент экспоненциальной погрешности	1,2052



Библиографические ссылки

1. Яненко В. И. Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие / УрФУ. 2-е изд. Екатеринбург, 2006.
2. Денда В. Шум как источник информации. М. : Изд-во Мир, 1993.

РАСЧЕТ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ

А. С. Азаров, А. Е. Духан

(Екатеринбург, УрФУ, a.azarov@enforta.com)

Научный руководитель: аспирант кафедры РТС ИРИТ-РТФ УрФУ

Г. Ф. Захаркин

В [1] рассматривался вариант построения перспективного периметрового магнитометрического средства обнаружения (МСО), характеризующегося малой подверженностью мешающему воздействию внешних климатических факторов, таких как снег, ветер, дождь и пр., а также простотой конструкции, технологией изготовления и монтажа, малыми стоимостью и весом. В качестве чувствительного элемента такого МСО выступает винтовой квазиоднолинейный магнитометрический преобразователь (МП).

Для исследования данного типа средства обнаружения (СО) в [2] разработана математическая модель сигналаобразования, позволяю-